

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Racionalizace výroby v praxi

The Production Rationalization in Practice

Student: Martin Geryk

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Geryk**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Racionalizace výroby v praxi**
The Production Rationalization in Practice

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska organizačního, sortimentu, stávající technologie, efektivity výrobního procesu.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků na výrobek, výrobní proces, identifikace problémů.
4. Vlastní návrhy řešení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2007, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-10-19]. Dostupný z [www: <URL: http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psat%20cerven%202009.pdf>](http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psat%20cerven%202009.pdf).
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32s.
BASL, J., TŮMA, M., GLASL, V. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2.
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení. Cvičení II*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. 86 s. ISBN 80-248-0962-1.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry





prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 23.5.2011


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 23.5.2011



Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Martin Geryk

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Veřovice 33, PSČ 742 73

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

GERYK, M. *Racionalizace výroby v praxi: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2011, 53 s. Vedoucí práce: Šajdlerová, I

Bakalářská práce se zabývá problematikou racionalizace výroby. Hlavním úkolem práce je analýza a navržení možnosti zvýšení výrobní kapacity montážních pracovišť. Jsou zde předloženy konkrétní návrhy vedoucí ke zvýšení výrobní kapacity. Jedním z nich je rozšíření stávajícího počtu pracovišť. Pro tento návrh bylo potřeba učinit vhodné opatření vedoucí ke zvýšení výrobnosti linky, která by při zvýšení počtu pracovišť nestačila vyrábět. Je zde také vyhodnoceno a navrženo možné umístění tohoto pracoviště. Dále jsou zde pomocí Paretovy analýzy vyhodnoceny hlavní příčiny způsobující velké procento závad na lince. V závěru práce jsou vyhodnoceny návrhy vedoucí ke zvýšení výrobní kapacity.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

GERYK, M. *The Production Rationalization in Practice: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2011, 53 p. Thesis head: Šajdlerová, I.

Bachelor thesis deals with the rationalization of production. The main task of this thesis is the analysis and of design possibilities to increase production capacity of assembly workplaces. There are firm proposals to increase production capacity. One of them is an extension of existing sites. For this design was the need to take appropriate measures to increase production capacity of line, which would not able to produce by the increase the number of sites. There is also evaluated and suggested a possible location of the workplace. There are also evaluated by using Pareto analysis the main sources causing a large percentage of defects on the line. Finally, there are assessed the proposals to increase production capacity.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÉHO OZNAČENÍ A ZKRATEK.....	7
ÚVOD.....	8
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	9
1.1 Základní pojmy.....	9
1.2 Paretova analýza.....	10
1.3 Snímek pracovního dne.....	11
1.4 Výrobní kapacita	12
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	17
2.1 Základní údaje o společnosti	17
2.2 Historie společnosti.....	17
2.3 Organizační struktura společnosti.....	18
2.4 Výrobní program.....	18
2.5 Plán areálu firmy	20
2.6 Současný stav výroby	22
2.7 Efektivita výrobního procesu	25
2.8 Analýza prostojů a závad na lince	28
2.9 Snímek pracovního dne.....	30
3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY.....	34
3.1 Propočet rozšíření montáže	34
3.2 Vyhodnocení pomocí Paretovy analýzy	36
4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	38
4.1 Rozšíření výroby	38
4.2 Návrh umístění pracoviště	38
ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR.....	40
SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ.....	41
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	42
SEZNAM PŘÍLOH.....	43

SEZNAM POUŽITÉHO OZNAČENÍ A ZKRATEK

A	počet sobot a nedělí v roce
B	počet placených svátků v roce
C	průměrný počet placené dovolené
D	průměrný počet dnů nemocenské
F_{DE}	efektivní časový fond pracovníka
F_K	počet kalendářních dnů v roce
F_N	nominální časový fond
F_{PE}	efektivní časový fond pracoviště
F_{SE}	efektivní časový fond stroje
K	kapacita vyjádřená v naturálních jednotkách
K_{PN}	koefficient překračování norem
P_D	celkový počet dílů
T	čas směny
T_1	čas práce
T_2	čas obecně nutných přestávek
T_{201}	čas na oddech
T_{202}	čas na osobní potřeby
T_{203}	čas na svačinu
T_3	čas podmíněně nutných přestávek
T_{A1}	čas jednotkové práce
T_{B1}	čas dávkové práce
T_{C1}	čas směnové práce
T_D	čas osobních ztrát
T_E	čas technickoorganizačních ztrát
T_Z	čas ztrát celkem
U1	stupeň zaměstnanosti pracovníka
U2	podíl podmíněně nutných přestávek
U3	podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem
U4	podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko-organizačními ztrátami
U5	procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem
U6	procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko-organizačními ztrátami
U7	celkové procento možného zvýšení produktivity práce
Z	plánované prostoje
h	počet hodin za směnu
k_D	koefficient potřebných dílů
s	počet směn
t_A	norma spotřeby času na jeden kus

ÚVOD

V dnešním světě je potřeba neustále reagovat na zvyšující se konkurenci a další vlivy, které trvalý vývoj technologií přináší. Je potřeba investovat do rozvoje technologií, výrobních postupů apod.

Společnost ABC se proto snaží neustále investovat do zvyšování své konkurenceschopnosti. Jedním ze zásadních kroků ve výrobě bylo v roce 2009 zprovoznění výrobní linky. Díky níž došlo ke značnému zvýšení objemu výroby. V reakci na zvyšující se poptávku po výrobcích, je však i nadále potřeba zvyšovat výrobní kapacitu.

Úkolem této bakalářské práce je analyzovat současný stav výroby společnosti ABC, propočítat možné návrhy pro rozšíření výrobní kapacity a navrhnout vhodná opatření pro realizaci. V úvodní části práce se nejprve zabývám seznámením s některými teoretickými pojmy, které budou později v práci využity. Jedním z možných návrhů bude zvýšení počtu montážních pracovišť ze tří na čtyři. Je nutné ale propočítat výrobnost linky a vyhodnotit, zda bude linka stačit vyrábět pro všechna pracoviště. Případně navrhnout potřebná opatření. Pomocí snímku pracovního dne budu provádět rozbor spotřeby času na montážním pracovišti. Na základě vyhodnocení snímku budu moci navrhnout možné zvýšení vytíženosti pracovníka. Dalším možným způsobem rozšíření výroby, kterým se budu zabývat, je minimalizace prostojů a závad na výrobní lince. Pro vyhodnocení použiji Paretovu analýzu, pomocí níž budu schopen určit příčiny způsobující největší procento prostojů na lince. Pro návrh rozšíření počtu pracovišť dále vypracuji možné umístění tohoto pracoviště ve výrobě. Na závěr práce vyhodnotím navrhovaná řešení.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 Základní pojmy

Racionalizace

Lze ji dosáhnout zdokonalením fyzické či duševní činnosti pomocí metod vedoucích k efektivnějšímu výsledku práce v oblasti výrobní i nevýrobní. Racionalizace je obecná metoda používaná pro zlepšení výroby a jiných procesů. Snaží se o dosažení optimálních výsledků s vynaložením optimálních prostředků k tomu určených. Za zakladatele racionalizace se pokládá F. W. Taylor. Racionalizaci práce ovlivnili konkrétními studiemi i manželé Gilbrethovi. Racionalizace je využívána jako metoda zdokonalování hospodářských procesů v různých oblastech jako je například výroba, práce, doprava, prodej či samotné řízení.[6]

Racionalizace výroby

Je snaha o zdokonalení výroby, její organizace a řízení. Racionalizace výroby je součástí souboru opatření, vedoucích k účelnějšímu, hospodárnějšímu způsobu výroby. Souhrnná racionalizace se týká nejen vlastní výroby, ale i oblasti vedení a řízení. V první řadě zahrnuje aktivitu a iniciativu pracujících při zvyšování veškerých faktorů růstu výkonnosti a zároveň odstraňování namáhavé nebo zdraví škodlivé práce. V neposlední řadě i pracovních podmínek.[8]

Racionalizace práce

Racionalizace pracovního procesu je zkoumání struktury práce, zlepšování organizace a pracovních metod. Vede k praktickému uspořádání a zlepšování pracovních podmínek a prostředí. Je to v podstatě zdokonalování a rozšiřování pracovních norem, zvyšování vnitrosměnového využívání pracovní doby apod. Po věcné stránce cílevědomě a soustavně upravuje průběh pracovních procesů a spotřebu času. Dále také uspořádává pracovní podmínky a prostředí.[7]

1.2 Paretova analýza

Základním principem Paretovy analýzy je vztah mezi příčinami a jejich následky. Můžeme se setkat také s označením pravidlo 80/20. Význam spočívá v tom, že 20 % příčin vyřeší až 80 % ztrát.

Italský ekonom Vilfredo Pareto. v roce 1897 přišel na to, že 80 % bohatství země má v rukou 20 % lidí. Tvrdil, že vůdčí postavení mají elity. Elity, které existují ve všech oblastech sociálního rozdělení. Podklad pro zařazení do elity byl podle Pareta statisticky zjištělý úspěch.

Popis Paretovy analýzy

Většina lidí v té době se domnívala, že 50 % úsilí vede přibližně k 50 % výsledků. Tuto domněnku však Vilfredo Pareto vyvrátil. Ve svém pravidle popřel základní rovnováhu mezi vynaloženým námahou a následnou odměnou. Paretova analýza je založena na principu, který říká, že 20 % všech našich činností přináší 80 % zisku.

Jestliže tomu tak je, pak nemá smysl se stejně podrobně zabývat všemi činnostmi. Výhodnější je zaměřit se na činnosti, které mají největší účinek. Později se Paretovo pravidlo zjednodušilo na pravidlo 80/20.

Paretova analýza se provádí v několika krocích:

1. Definování místa analýzy – výběr procesu nebo činností, ve kterých chceme zvýšit efektivitu. Může se jednat např. o reklamace, neshody ve výrobě, administrativě, úspěšnost produktů apod.
2. Sběr dat – pro vyhodnocení a samotnou analýzu je zapotřebí získat skutečná a reálná data. Jejich hodnoty se zapisují do tabulky, která pak slouží pro další vyhodnocování.
3. Uspořádání dat – získaná data se seřadí podle největší četnosti, největší váhy či jiného zvoleného kritéria. Pokaždé se však seřadí od největší zvolené hodnoty po nejmenší.
4. Lorenzova kumulativní křivka – tato křivka vznikne tak, že se kumulativně sečtou hodnoty u jednotlivých četností a vynesou se do grafu.

5. Stanovení kritéria rozhodování – zde se může rozhodnout, zda se využije Paretova pravidla 80/20 a nebo se zvolí jiný podíl, který chceme odstranit. Například jen 60 % neshod apod.
6. Identifikování hlavních příčin
7. Stanovení potřebných opatření k odstranění nebo rozvoji příčin, které nám způsobují nejvíce ztrát a nebo naopak vedou k navýšení zisku.

Paterovo pravidlo našlo uplatnění v mnoha oblastech, mezi které patří například:

80 % zisku vytváří 20 % produktů

20 % našich činností přináší 80 % zisku

20 % vašich přátel stojí za 80 % vašeho zájmu

80 % odpočinku vám přinese prvních 20 % dovolené

80 % znalostí jsme získali za prvních 20 % vynaloženého času.[5]

1.3 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne patří mezi metody nepřetržitého bezprostředního studia spotřeby času na pracovišti, pomocí něhož stanovujeme skutečnou spotřebu času pracovníka. Snímek pracovního dne je metoda netržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času během celé směny. Je to do značné míry univerzální metoda, kterou je možné pozorovat práci dělníka, administrativního i řídicího pracovníka. Po úpravě také činnosti strojního zařízení.

Metodika provádění snímku pracovního dne:

- 1) Příprava k pozorování – úkolem je vytvořit vhodné podmínky pozorování a získání objektivních důkazů o skutečné spotřebě pracovního času
- 2) Vlastní pozorování, měření a zaznamenávání – v druhé etapě se sleduje činnost dělníka na pracovišti od začátku do konce směny
- 3) Vyhodnocení snímku pracovního dne – zde se vypočítává z postupného času, čas jednotlivý, který se následně zhodnotí z hlediska obsahu činností [2]

1.4 Výrobní kapacita

Výrobní kapacitu lze charakterizovat jako maximální objem výroby, který může výrobní útvar (např. podnik, závod, dílna, stroj) vyrobit za určitý časový okamžik (obvykle rok, den, hodina). Je to schopnost výkonu zařízení nebo prostředku (stroje či zařízení, dopravního prostředku) za normálních podmínek po určitou časovou jednotku.

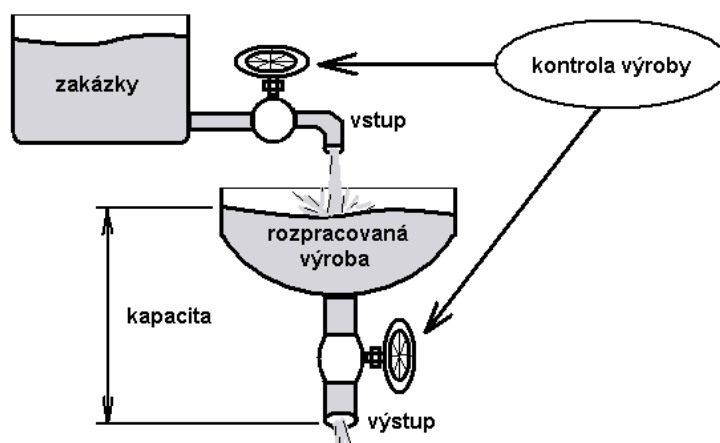
V praxi např. v USA se také určují tyto kapacity:

- praktická kapacita - počítá s určitými přestávkami
- normální kapacita - je ročním průměrem
- nominální kapacita - počítá se štítkovým výkonem a plnou dobou.

V některé literatuře se ještě setkáváme s pojmem:

- úzkoprofilová kapacita – která je charakterizována jako kapacita zařízení, která je menší než jakou vyžaduje normální bezporuchový materiálový tok.

Tok materiálu musí být protlačován úzkým místem. Ve skutečnosti pak toto úzké místo určuje celkový výstup výroby, viz Obrázek 1.



Obrázek 1 - Trychtýřovitý model průběhu materiálového toku [1]

Kapacita výrobní jednotky je závislá především na těchto činitelích:

- technické úrovni strojů a výrobního zařízení
- na době jejich činnosti
- organizaci práce
- organizaci výroby
- kvalifikaci pracovních sil
- použitých surovinách

Vliv zmíněných činitelů se vzájemně prolíná a některé z nich se obtížně vyčíslují. Proto se v praxi vytváří zjednodušené vztahy, modely nebo systémy, které zachycují působení jen rozhodujících činitelů.

Obecně lze výrobní kapacitu jednotky vyjádřit jako výsledek jejího výkonu a doby, po kterou je v činnosti.

Výkon výrobního zařízení

Je maximální výrobnost zařízení za jednotku času, obvykle za hodinu, při normované jakosti a dodržení předepsaného technologického postupu a kvalitě výrobku. Stanoví se na základě kapacitních norem výrobnosti, jež určují maximální množství výrobků, které může být na daném výrobním zařízení vyrobeno za určený čas.

Časový fond výrobního zařízení

Je to plánovaný počet časových jednotek (dnů, hodin) za rok. Důležitá je závislost na jednotlivých odvětvích a oborů průmyslu (např. na nepřetržitosti a přetržitosti výrobních procesů). Dále je potřeba brát v ohled na společenské podmínky (např. na možnostech vícesměnného provozu). Časový fond se dále dělí na:

Kalendářní časový fond F_K

Je vyjádřen počtem dnů v roce (v nepřestupném roce 365 dnů, v přestupném 366 dnů). Vyjádřením v hodinách dostaneme pro nepřestupný rok 365 dnů x 24 hodin = 8760 hodin. Kalendářní časový fond se používá především v nepřetržitých výrobních procesech (např. hutích, chemickém průmyslu apod.). V ostatních provozech se kalendářní časový fond využívá pro výpočet nominálního časového fondu.

Nominální časový fond F_N

Dostaneme z kalendářního časového fondu po odečtení nepracovních dnů (nedělí, sobot, svátků). Nominální časový fond v hodinách získáme vynásobením počtu dnů nominálního časového fondu počtem směn v jednom pracovním dnu a počtem pracovních hodin v jedné směně. Počet směn v jednom pracovním dnu je závislý na zvoleném režimu práce.

Efektivní (využitelný) časový fond F_{SE} - je čas pracoviště využitelný pro výrobu.

Výrobní kapacita

Výrobní kapacita musí být brána jako veličina proměnná, která je v určitém vztahu k výrobnímu programu a je omezena následujícími faktory:

- zdroji
 - ✓ druhem výrobního zařízení (profesní skladbou, výkonem, pracovním stavem)
 - ✓ množstvím výrobního zařízení (počty strojů)
 - ✓ využitelným časovým fondem výrobního zařízení za časové období (rok)
- nároky na zdroje
 - ✓ výrobním programem (druhem a množstvím výrobků) normami času na provedení
 - ✓ předepsaných technologických a montážních operací.

Optimální kapacita

Optimální kapacita výrobního procesu je takové množství, při kterém dosáhneme minimálních nákladů a bude se co nejvíce blížit kapacitě požadované, dané výrobním programem a výrobním plánem. Teoreticky by bylo dosaženo nejnižších nákladů na výrobek při zachování stejných technologických a organizačních podmínek a to v případě, že by kapacita byla rovna nejmenšímu společnému násobku kapacity jednotlivých pracovišť, která jsou ve výrobním úseku zařazena. Toto množství zpravidla neodpovídá výrobnímu programu. Přiblížením optimální kapacity výrobního úseku kapacitě požadované, by však některá z pracovišť nebyla plně vytížena.

Řízení kapacity sleduje především:

- realizaci hlavního výrobního plánu
- dodržení dohodnutých dodacích lhůt výrobních objednávek stanovováním priorit
- důležitost co nejlepšího využití disponibilních kapacit
- zkrácení průběžných dob
- ovládání výnosů
- péče o údržbu a úplnou obnovu zařízení.

Plánování kapacit

Plánováním kapacit se časově stanovují pracovní postupy, a to na základě výsledků lhůtového plánování s ohledem na kapacitní omezení. Výchozí situace při plánování kapacit je dána tím, že dva nebo více pracovních postupů mají stejný termín zahájení. Vytíženost kapacit však často překračuje vlastní disponibilní kapacitu, proto nemohou být dodrženy dané termíny zahájení. Úkolem plánování kapacit pak je vyrovnat kapacitní nabídku a kapacitní poptávku. V souvislosti s tím je možné hovořit o bilancování kapacit.

Vybilancování kapacit se může provádět pomocí několika opatření: přizpůsobením kapacit, přizpůsobením vytížeností nebo kombinací obou způsobů. Přehled o možných opatřeních k vybilancování kapacit viz Obrázek 2.



Obrázek 2 - Opatření ke sladění kapacit [1]

Výsledkem plánování kapacit je „normativní čas termínů zahájení a průběžných dob pracovních operací na jednotlivých kapacitních jednotkách pro plánovací období jednoho nebo více týdnů“. Údaje o normativním čase jsou bezprostředně poté předávány do výroby k realizaci.

Ve výrobě pak probíhá řízení a kontrola výrobního procesu v podobě zpřesňování plánování termínů, které stanoví do detailů průběh výroby a zároveň se tím určí pořadí, ve kterém jsou jednotlivé zakázky prováděny. Úkolem zpřesněného plánování je zajištění potřebných výrobních faktorů v době zahájení výrobní zakázky. Zpřesněné plánování pak dává podnět k přípravě výroby, přestavbě a seřízení strojů, uvolnění požadované odborné síly. Dochází tím k sestavení přesného plánu obsazení strojů a pracovišť. Přitom je zapotřebí vycházet z toho, že současné kapacity mají být plně využity. Na jedné straně nesmí ve výrobě vznikat úzká místa a na straně druhé chod na prázdno. Při samotné realizaci tohoto postupu se musí brát ohled na zákazníkem požadované a podnikem přislíbené termíny.[1]

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Základní údaje o společnosti

Název společnosti: ABC spol. s r.o.

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Datum zápisu: 2. října 1992

Předmět podnikání:

- a) koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a prodej
- b) kovoobrábění
- c) výroba nástrojů
- d) výroba produktů A a B
- e) výroba kartáčnického a konfekčního zboží, deštníků a dalších výrobků zpracovatelského průmyslu
- f) pronájem a půjčování věcí movitých
- g) výroba strojů a zařízení pro určitá hospodářská odvětví[9]

2.2 Historie společnosti

Výroba byla zahájena v roce 1992. Provoz firmy byl soustředěn do pronajatých prostor ZD. Později došlo k odkoupení objektu v areálu ZD a po rekonstrukci se zde firma přestěhovala. V roce 1995 byla založena dceřiná společnost ABCD na Slovensku. O rok později bylo vyvinuto technologické zařízení na výrobu produktu B. Koncem roku 1996 byla zahájena výroba v pronajatých prostorách ve Štramberku. Mezi významné mezníky firmy patří rok 1997, kdy bylo vydáno rozhodnutí na vybudování uceleného výrobního komplexu v areálu ZD. Došlo také ke zprovoznění poloautomatické linky na výrobu jednostranného produktu B. Po dokončení stavebních úprav došlo ke kolaudaci a následnému přestěhování výroby. V roce 2008 byla založena druhá dceřiná společnost ABCD SRL, která slouží především ke skladování hotových výrobků.

Další významnou událostí bylo v polovině roku 2009 zprovoznění poloautomatické linky na výrobu produktu A. Po dobu své existence firma investuje do svých technologií, které vedou ke zvýšení produktivity práce a tím i zefektivnění výrobního procesu.[10]

2.3 Organizační struktura společnosti

Význam organizační struktury spočívá v optimální rozdělení úkolů, kompetencí a pravomocí mezi jednotlivé pracovníky organizace.[2] Ve společnosti ABC s.r.o. je vytvořena liniová organizační struktura viz Příloha A.[10]

2.4 Výrobní program

Produkt A

Firma nabízí produkt A ve třech řadách. První z nich je řada A1 v barvě zeleno-černé. Tato řada byla vyvinuta pro běžné spotřebitele, jako jsou například zahrádkáři, kutilové, majitelé rodinných domů či chat. Je k dostání v několika variantách od jednoduchých až po univerzální trojdílné. V závislosti na zvoleném typu se lze dostat do výšky až 7,67 metrů.

Řada A2 ve žluto-černém provedení byla vytvořena pro nejnáročnější uživatele. Její konstrukce byla navržena tak, aby splňovala vysokou odolnost a bezpečnost, při zachování co možná nejmenší váhy. Také tato řada je nabízena v několika variantách, díky kterým je možno se dostat do výšky až 12,32 metrů.

Speciální řada A3 je vyrobena z kombinace nevodivého polyesteru, skelných vláken a hliníkových komponentů. Umožňuje pracovat pod napětím, na živých částech a na vypnutém zařízení v blízkosti živých částí.[10]

Produkt B

Tento produkt je vyráběn ve dvou základních řadách – B1 a B2. Produkt řady B1 byl navržen především pro ty, kteří ocení lehkého a skladného pomocníka do domu, na chatu, obchodu apod. Jednostranný produkt B1 je vyráběn ve velikostech od 3 do 8 komponentů, které poskytují stabilitu a bezpečí při jejich použití. Produkt B1 oboustranný je řešen stejně jako jednostranný s tím rozdílem, že se vyrábí ve velikostech od 2 do 8 komponentů.

Produkt řady B2 byl vyvinut speciálně dle požadavků profesionálních zákazníků, jejichž prioritou je lehký, stabilní, bezpečný a vysoce odolný propracovaný produkt pro každodenní použití ve všech oblastech podnikání a výroby. Nabízené velikosti jednostranného produktu B2 jsou od 3 do 10 komponentů. Oboustranný produkt B2 nabízí společnost ve velikostech od 3 do 12 komponentů.

Výše jmenované řady A2, A3, B2 a oboustranný produkt B1 se od roku 2009 vyrábějí pouze v dceřiné společnosti ABCD Slovakia. Společnost ABC se zabývá pouze výrobou řad A1 a B1. V následujících tabulkách je proto zpracován zjednodušený přehled pouze výrobků, kterými se zabývá společnost ABC.[10]

Tabulka 1 - Jednotlivé typy vyráběných produktů řady A1

Název	Typ	Počet komponentů	Délka (m)	Šířka (mm)
Jednoduchý produkt A	A11X	7 až 18	2,00 až 5,12	340 až 397
Dvoudílný produkt A	A12X	2x7 až 2x16	3,13 až 7,67	397
Dvoudílný univerzální produkt A	A13X	2x7 až 2x14	3,14 až 6,83	397
Trojdílný univerzální produkt A	A14X	3x7 až 3x11	3,99 až 7,11	454
Dvoudílný univerzální produkt A s úpravou	A15X	2x7 až 2x9	3,14 až 5,13	397
Trojdílný univerzální produkt A s úpravou	A16X	3x7 až 3x9	3,99 až 5,69	454



Zdroj: Zpracováno na základě interních podkladů[10]

Tabulka 2 - Jednotlivé typy vyráběných produktů B1

Název	Typ	Počet komponentů	Výška (m)	Šířka (mm)
Jednostranný produkt B	B1X	1x3 až 1x8	0,59 až 1,66	412 až 531

Zdroj: Zpracováno na základě interních podkladů[10]

Jednotlivé typy produktů A a B řady 1 prošly atestem u německé zkušebny TÜV, tak aby splňovaly požadavky Evropské normy EN 131 pro dovolené zatížení 150kg. Na veškeré produkty je poskytována záruční lhůta 2 roky.[10]

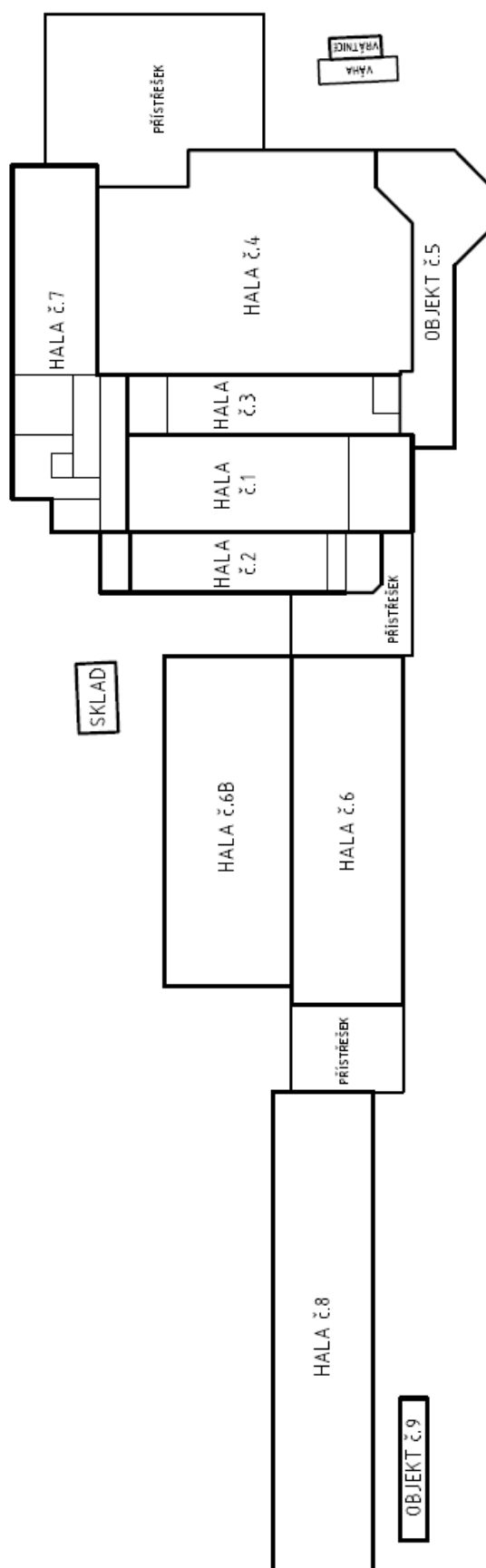
Zertifikat		Certificate		TÜV Rheinland	
Zertifikat Nr. Certificate No. S 60023815		Blatt Page 0001			
Ihr Zeichen Client Reference		Unser Zeichen Our Reference 0001-- 21138991 001		Längstons gültig bis Latest expiration date (day/month/year) 08.01.2014	
Genehmigungsinhaber License Holder		Fertigungsstätte Manufacturing Plant			
Tschech. Rep.		Tschech. Rep.			
Prüfzeichen Test Mark 		Geprüft nach Tested acc. to EN 131-1:2007 EN 131-2:1993+AC EN 131-3:2007			
Zertifiziertes Produkt (Geräteidentifikation) Certified Product (Product Identification)		Lizenzentgelte - Einheit License Fee - Unit			
Sprossenanlageleiter / Single ladder					
Bezeichnung /type designations		Anzahl der Sprossen /number of the rungs		7	
EUROSTYL 7107		1 x 7			
EUROSTYL 7109		1 x 9			
EUROSTYL 7110		1 x 10			
EUROSTYL 7111		1 x 11			
EUROSTYL 7114		1 x 14			
EUROSTYL 7118		1 x 18			
Erreicht Zertifikat S 60005927 Blatt 0001					
7					
Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsvorschrift zugrunde. Produkt und Fertigungsstätte erfüllen § 4 (1) bzw. (2) und § 7(1) des Geräte- und Produktüberwachungs-Gesetzes. This certificate is based on our Testing and Certification Regulation. Product and production fulfil per 4 Art. 1 or Art. 2 and Per 7 Art. 1 of the German Equipment and Product Safety Law. TÜV Rheinland Product Safety GmbH, Am Grauen Stein, D-51105 Köln Tel.: (+49)221 8 06 - 13 71 e-mail: cert-rally@tdo.tuv.com Fax: (+49)221 8 16 - 39 35 http://www.tuv.com/safety					
Ausstellungsdatum Date of Issue : 12.01.2009 (day/month/year)		Zertifizierungssigil  M. Nad			

Obrázek 3 – Ukázka certifikátu výrobku

Zdroj: Interní materiál[10]

2.5 Plán areálu firmy

Areál se skládá z několika objektů. Pro samotnou výrobu slouží haly číslo 1, 2, 3 a 7. Prostory v halách 6 a 6B slouží ke skladování polotovarů a hotových výrobků. Centrální sklad hotových výrobků je umístěn v hale č. 4. Bakalářská práce se zabývá pouze výrobou probíhající v hale č. 1., kde je umístěna linka na výrobu polotovarů. Spolu s linkou jsou v hale umístěna montážní pracoviště na výrobu hotových výrobků. Rozložení celého areálu firmy viz Obrázek 4.



2.6 Současný stav výroby

Bakalářská práce se zabývá výrobou probíhající v hale č. 1. Jedná se o důležitou část výroby. Je zde umístěna poloautomatická linka na výrobu polotovarů produktu A. V hale jsou taktéž umístěna tři pracoviště, na kterých se z polotovarů vytváří hotové výrobky. Všechny tři pracoviště jsou stejné. Na každém pracovišti pracuje jeden montážní dělník. O přísun materiálu, úklid a manipulaci s hotovými výrobky se stará čtvrtý pracovník.

Výroba na jednotlivých pracovištích je realizována v třísměnném provozu. Poloautomatická linka vyrábí také v třísměnném provozu a pro její obsluhu stačí jeden zaškolený pracovník.

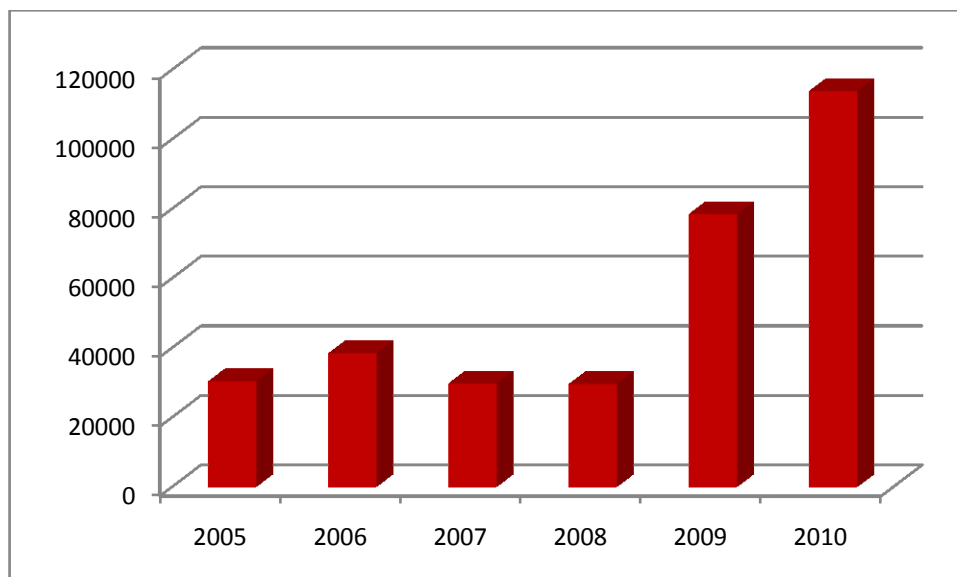
Výroba produktu B je umístěna do haly č. 3. Také zde je umístěna výrobní linka, která byla zprovozněna v roce 1996. Není však předmětem této bakalářské práce.

Nyní se podrobněji podíváme na přehled výroby. V první tabulce je vypsán přehled počtu vyrobených produktů A. Nutno podotknout, že do roku 2009 se ve společnosti vyráběly i řady A2 a A3, jež zde nejsou uvedeny. Bakalářská práce se zabývá pouze výrobou řady A1, která je vyráběna jako jediná dodnes. Na začátku roku 2009, byla výroba produktů řady A2 a A3 přesunuta do dceřiné společnosti ABCD. Z výše uvedených důvodů není potřeba uvádět vyrobené počty. Jak je vidět v grafu, počty vyrobených kusů před rokem 2009 jsou značně menší. Je to dáno zejména tím, že se společnost zabývala i výrobou jiných typů řad. Avšak i přesto se počty vyrobených kusů díky zavedení poloautomatické linky značně zvýšily. Díky poloautomatické lince došlo k revoluci ve výrobě. Dříve se polotovary produktů A vyráběly na několika oddělených pracovištích. To se se zprovozněním linky změnilo a došlo k přenesení vytíženosti pracovníků na potřebnou montáž hotových výrobků. Zvýšil se počet montážních pracovišť, a tím i počet vyrobených kusů.

Tabulka 3 - Přehled počtu vyrobených produktů A v letech 2005 - 2010 [ks]

Rok					
2005	2006	2007	2008	2009	2010
30286	38361	29687	29496	78419	113788

Zdroj: Zpracováno na základě interních informací



Graf 1 - Přehled počtu vyrobených produktů A za roky 2005 - 2010 [ks]

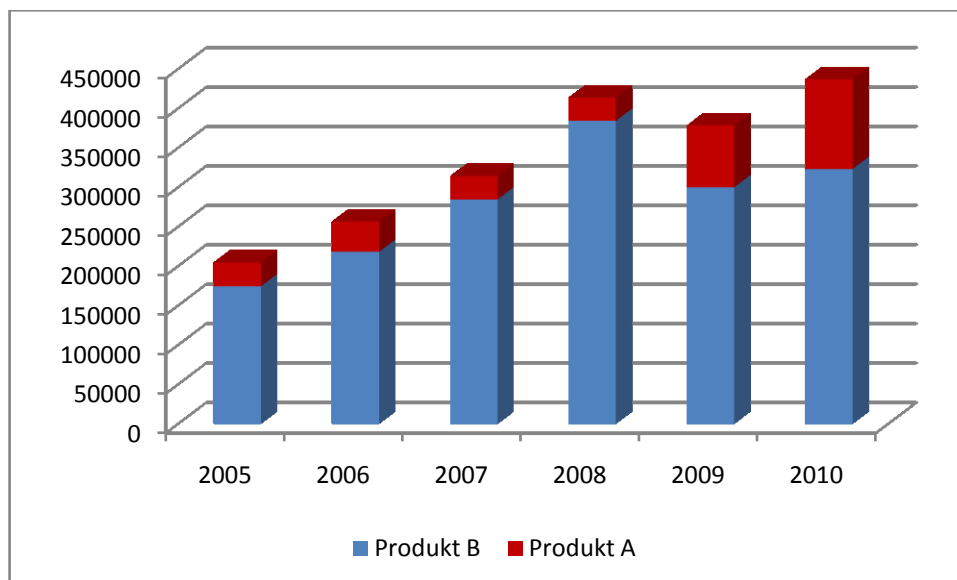
Zdroj: Zpracováno na základě interních informací

V následující tabulce (viz Tabulka 4) jsou pro srovnání uvedeny počty vyrobených produktů B v jednotlivých letech. Výroba produktů B značně převyšuje výrobu produktů A, je to dáno konstrukcí a náročností výroby. Zatímco na produkty A je potřeba na montáži přinýtovat další součásti, připravit si jednotlivé polotovary a až poté kompletovat hotové výrobky, u produktů B linka vyrábí téměř hotové produkty, na které se už pouze nýtují komponenty.

Tabulka 4 - Porovnání počtu vyrobených produktů A a B

Kategorie	Rok					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Produkt B	174348	218326	284610	384319	300092	323233
Produkt A	30286	38361	29687	29496	78419	113788

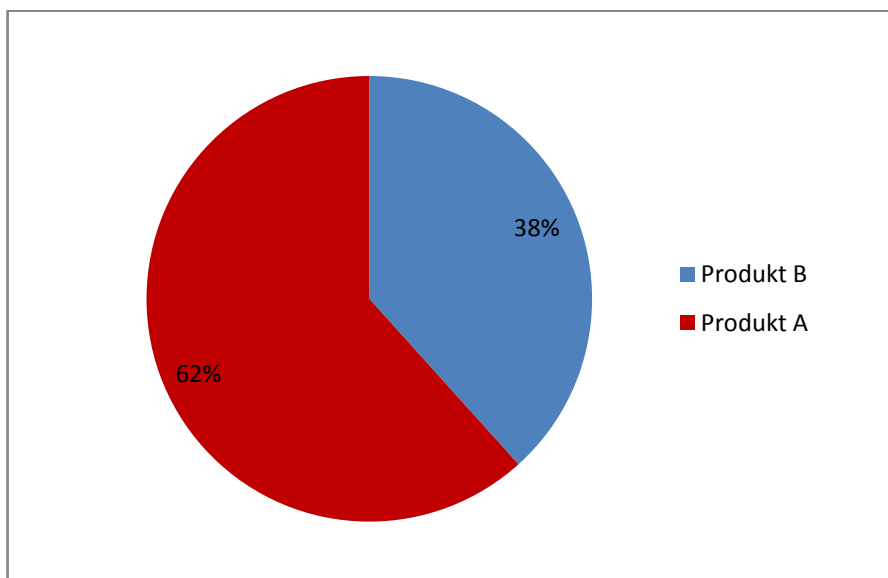
Zdroj: Zpracováno na základě interních informací



Graf 2 - Porovnání počtu vyrobených produktů A a B

Zdroj: Zpracováno na základě interních informací

Graf 3 vyjadřuje procentní podíl na zisku z obou produktů. Společnost si nepřeje zveřejnit přesná čísla. Z grafu je vidět, že i přes několikanásobný počet vyrobených produktů B, přináší společnosti větší zisk výroba produktu A. Proto se společnost orientuje především na tuto výrobu. Je to také jeden z důvodů zaměření této práce.



Graf 3 - Vyjádření podílu na zisku jednotlivých produktů

Zdroj: Zpracováno na základě interních informací

2.7 Efektivita výrobního procesu

Ve výrobě je kladen velký důraz na provoz poloautomatické linky, která slouží pro výrobu polotovarů. Spolu s linkou jsou v hale umístěna tři pracoviště, na kterých zpracovávají montážní dělníci polotovary v hotové výrobky. Všechny tři pracoviště jsou stejná. Linka na výrobu polotovarů má normu spotřeby času stanovenou na 1 Nmin/kus. U montážních pracovišť je tato norma u jednodílných, dvojdílných a trojdílných typů výrobků stanovena zvlášť. Pro účely této práce propočtu průměrnou spotřebu času na jeden výrobek z údajů pro rok 2010.

Kapacitní propočty:

Výpočet nominálního časového fondu[3]:

$$F_N = F_K - A - B = 365 - 104 - 8 = 253 \text{ (dnů / rok)} \quad (2.1)$$

kde: F_K – počet kalendářních dnů (dnů/rok)
 F_N – nominální časový fond (dnů/rok)
 A – počet sobot a nedělí v roce (dnů/rok)
 B – počet placených svátků v roce (dnů/rok)

Výpočet efektivního časového fondu pracovníka[3]:

$$F_{DE} = F_N - C - D = 253 - 15 - 18 = 220 \text{ (dnů / rok)} \quad (2.2)$$

kde: F_{DE} – efektivní časový fond pracovníka (dnů/rok)
 C – průměrný počet placené dovolené (dnů/rok)
 D – průměrný počet dnů nemocenské (dnů/rok)

efektivní časový fond pracovníka v hodinách[3]:

$$F_{DE} = (F_N - C - D) \cdot h = (253 - 15 - 18) \cdot 7,5 = 1650 \text{ (hod / rok)} \quad (2.3)$$

kde: h – počet hodin za směnu (hod/směna)

Výpočty pro linku:

Výpočty budu provádět z údajů pro rok 2010. Na lince vznikly prostoje způsobené závadami o celkové délce 143 hodin za rok. Dále zde byly prostoje způsobené přetypy v délce 193 hodin a prostoje způsobené čištěním linky v délce 90 hodin.

Výpočet efektivního časového fondu linky[3]:

$$F_{SE} = (F_N - C) \cdot h \cdot s - Z = (253 - 15) \cdot 7,5 \cdot 3 - 426 = 4929 \text{ (hod / rok)} \quad (2.4)$$

kde: F_{SE} – efektivní časový fond stroje (dnů/rok)

s – počet směn

Z – plánované prostoje (h/rok):

čištění linky	90 (hod/rok)
opravy, údržby	143 (hod/rok)
přetypy	193 (hod/rok)
celkem	426 (hod/rok)

Efektivní časový fond linky pro rok 2010 byl 4929 hodin. Výpočet vychází z reálného počtu hodin. Pro účely této práce použijí výpočet efektivního časového fondu bez ztrát způsobených poruchami linky. Prostoje vzniklé přetypy budu započítávat. Přetyp je přenastavení linky na požadovaný typ polotovaru, který se má vyrábět. Efektivní časový fond pak činí:

$$F_{SE} = (F_N - C) \cdot h \cdot s - Z = (253 - 15) \cdot 7,5 \cdot 3 - 283 = 5072 \text{ (hod / rok)} \quad (2.5)$$

Počet možných vyrobených polotovarů za rok[4]:

$$K = \frac{F_{SE}}{t_A} = \frac{5072 \cdot 60}{1} = 304320 \text{ (ks)} \quad (2.6)$$

kde: K – kapacita vyjádřená v naturálních jednotkách

F_{SE} – možný efektivní časový fond linky

t_A – norma spotřeby času na jeden kus

Možná výrobní kapacita linky je 304320 kusů za rok. Této kapacity je možno dosáhnout po odstranění všech poruch na lince. V praxi však nelze zcela bezporuchového stavu dosáhnout. Výpočet slouží pouze pro další propočty v této práci.

Výpočet pro montážní pracoviště:

Montážní pracoviště vyrábí jednoduché až třídílné typy produktu A. Pro výpočet potřebného počtu kusů polotovarů použijí data za rok 2010. Přehled je vytvořen v následující tabulce 5.

Tabulka 5 - Přehled počtu vyrobených typů a k nim potřebných kusů dílů

Typ	Počet kusů hotových výrobků (ks)	Počet potřebných dílů (ks)
Jednodílné	15423	15423
Dvojdílné	14746	29492
Trojdílné	83619	250857
Celkem	113788	295772

Zdroj: Zpracováno na základě interních informací

Pro další výpočty vytvořím koeficient spotřeby dílů na jeden výrobek. Tento koeficient bude vytvořen z poměru celkového počtu dílu, potřebných pro výrobu a počtu vyrobených kusů hotových výrobků.

$$k_D = \frac{295772}{113788} = 2,599 \cong 2,6 \quad (2.7)$$

Montážní pracovník potřebuje pro výrobu jednoho hotového výrobku průměrně 2,6 dílů. Tento koeficient slouží pouze pro dílčí výpočty, nelze ho považovat za skutečnou spotřebu dílů na vyrobený kus.

Výpočet efektivního časového fondu pracoviště [3]:

$$F_{PE} = (F_N - C) \cdot h \cdot s \cdot g - Z = (253 - 15) \cdot 7,5 \cdot 3 \cdot 3 - 285 = 15780 \text{ (hod / rok)} \quad (2.8)$$

kde: F_{PE} – efektivní časový fond pracovišť (dnů/rok)

Z – plánované prostoje (h/rok):

údržby a opravy	141 (hod/rok)
zvláštní úklid před svátky	93 (hod/rok)
povinné školení	51 (hod/rok)
celkem	285 (hod/rok)

Efektivní časový fond pracoviště pro rok 2010 byl 15780 hodin. Na montážních pracovištích se dohromady za rok 2010 vyrobilo 113788 kusů hotových výrobků. Počet potřebných kusů polotovarů byl 295772 (viz Tabulka 5). Při překročení normy výrobnosti stanovené na 104 %.

Čas potřebný pro výrobu jednoho kusu hotového výrobku[4]:

$$K = \frac{F_{PE} \cdot K_{PN}}{t_A} \Rightarrow t_A = \frac{F_{PE} \cdot K_{PN}}{K} = \frac{15780 \cdot 1,04}{113788} = 0,1442 \cdot 60 = 8.65 \text{ (min/kus)} \quad (2.9)$$

kde: K_{PN} – koeficient překračování norem (stanoven na 1,04)

Tento čas je stanoven pouze pro další výpočty v této práci. Nelze ho brát jako skutečný čas pro výrobu jednoho kusu hotového výrobku.

2.8 Analýza prostojů a závad na lince

Pomocí interních materiálů vytvořených obsluhou linky jsem zpracoval celkový přehled o jednotlivých neshodách a jejich celkových časech. Tyto údaje jsem v práci zpracovával pro první čtvrtletí roku 2011.

Vzhledem k velkému počtu neshod různých druhů bylo nutné je rozdělit do několika skupin podle částí linky, kterých se týkají. Detailní přehled neshod je zpracován v Příloze B. Následující tabulka zobrazuje již přímo jednotlivé skupiny neshod a přehled celkových časů.

Tabulka 6 - Přehled jednotlivých neshod

Barevné označení	Název neshody	Číslo neshody	Celkový čas (min.)
	Stanice 1	1	1741
	Stanice 2	2	1161
	Stanice 3	3	382
	Stanice 4	4	105
	Stanice 5	5	270
	Stanice 6	6	714
	Stanice 7	7	25
	Stanice 8	8	15
	ostatní	9	480
Celkem			4893

Zdroj: Zpracováno na základě interních podkladů[10]

Do prostojů linky je nutné zahrnout i přetypy. Přetyp je přenastavení linky na požadovaný polotovar, který se má vyrábět. V následující tabulce je vytvořen přehled jednotlivých přetypů a časů způsobených prostoji linky. Rozdělení je provedeno na jednotlivé typy polotovarů. Narozdíl od neshod, čas prostoje na přetypy lze jen stěží ovlivnit či zkrátit. V čase přetypu je zahrnuto přenastavení linky na výrobu daného polotovaru. Celkový přehled prostojů způsobených přetypy viz Příloha C.

Tabulka 7 - Přehled a celkové časy přetypů

Typ	Celkový čas prostoje (min.)
A11X	269
A12X	158
A13X	470
A14X	2482
A15X	78
A16X	215
Celkem	3672

Zdroj: Zpracováno na základě interních podkladů[10]

2.9 Snímek pracovního dne

Pomocí snímku pracovního dne (viz Tabulka 6) jsem analyzoval aktuální vytíženost pracovníka montáže. Vzhledem k tomu, že všechna tři pracoviště jsou stejná, provedl jsem snímek jen u jednoho z nich.

V následující tabulce je provedeno vyhodnocení snímku pracovního dne. Je zde vytvořen přehled jednotlivých kategorií zkoumaného času směny. Takto vypracovaný přehled slouží jako podklad k provedení rozboru.

Tabulka 8 - Vyhodnocení snímku pracovního dne

Označení času	Symbol času	Skutečná bilance pracovního času směny	
		(min.)	(%)
Čas jednotkové práce	T_{A1}	421	87,71
Čas dávkové práce	T_{B1}	0	0,00
Čas směnové práce	T_{C1}	14	2,92
Čas práce	T_1	435	90,63
Čas na oddech	T_{201}	0	0,00
Čas na osobní potřeby	T_{202}	6	1,25
Čas na svačinu	T_{203}	30	6,25
Čas obecně nutných přestávek	T_2	36	7,50
Čas podmíněně nutných přestávek	T_3	0	0,00
Čas osobních ztrát	T_D	9	1,88
Čas technickoorganizačních ztrát	T_E	0	0,00
Čas ztrát celkem	T_Z	9	1,88
Čas směny	T	480	100,00

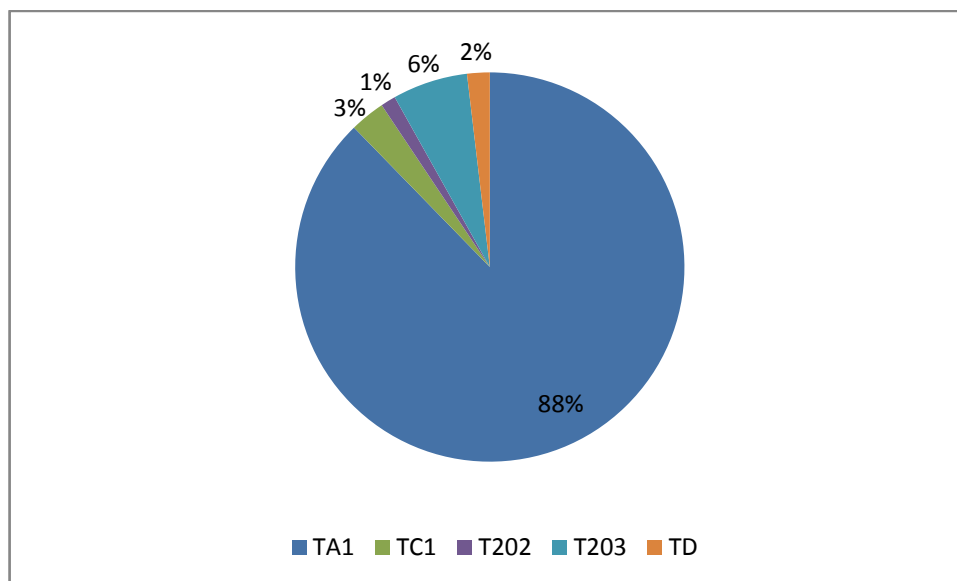
Zdroj: Vlastní zpracování dle[2]

Tabulka 9 - Snímek pracovního dne

Pozorovací list - pro snímek pracovního dne a snímek průběhu práce				
Datum:	9.5.2011	Začátek pozorování:	6:00	Snímek provedl: Martin Geryk
Směna:	Ranní	Konec pozorování:	14:00	Jméno pracovníka: XY
Poř. číslo	Čas postup.	Čas jednot.	Symbol času	Název spotřeby času
1	6:00			Začátek směny
2	6:04	0:04	t_{c1}	Příprava pracovníka na začátek směny
3	6:07	0:03	t_{c1}	Rozhovor s mistrem
4	6:23	0:16	t_{A1}	Kompletace polotovaru c (15ks)
5	6:39	0:16	t_{A1}	Kompletace polotovaru b (15ks)
6	7:00	0:21	t_{A1}	Kompletace polotovaru a (15ks)
7	7:11	0:11	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
8	7:21	0:10	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
9	7:32	0:11	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
10	7:36	0:04	t_D	Rozhovor se spolupracovníkem
11	7:51	0:15	t_{A1}	Kompletace polotovaru c (15ks)
12	8:11	0:20	t_{A1}	Kompletace polotovaru b (15ks)
13	8:32	0:21	t_{A1}	Kompletace polotovaru a (15ks)
14	8:38	0:06	t_{202}	Přirozená potřeba
16	8:49	0:11	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
17	8:59	0:10	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
18	9:09	0:10	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
19	9:23	0:14	t_{A1}	Kompletace polotovaru c (15ks)
20	9:44	0:21	t_{A1}	Kompletace polotovaru b (15ks)
21	10:03	0:19	t_{A1}	Kompletace polotovaru a (15ks)
22	10:14	0:11	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
23	10:18	0:04	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (2+2+2ks)
24	10:48	0:30	t_{203}	Přestávka na svačinu
25	10:54	0:06	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (3+3+3ks)
26	11:05	0:11	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
27	11:21	0:16	t_{A1}	Kompletace polotovaru c (15ks)
28	11:40	0:19	t_{A1}	Kompletace polotovaru b (15ks)
29	11:43	0:03	t_{c1}	Rozhovor s mistrem
30	12:02	0:19	t_{A1}	Kompletace polotovaru a (15ks)
31	12:07	0:05	t_D	Osobní přestávka
32	12:17	0:10	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
33	12:27	0:10	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
34	12:36	0:09	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
35	12:50	0:14	t_{A1}	Kompletace polotovaru c (15ks)
36	13:09	0:19	t_{A1}	Kompletace polotovaru b (15ks)
37	13:28	0:19	t_{A1}	Kompletace polotovaru a (15ks)
38	13:38	0:10	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
39	13:48	0:10	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (5+5+5ks)
40	13:56	0:08	t_{A1}	Kompletace výrobků z pol. a, b, c (4+4+4ks)
41	14:00	0:04	t_{c1}	Vyplnění dokladů o zhotovených výrobcích
42	14:00			Odchod z pracoviště
Celkový čas směny: Σ 480 minut				

Zdroj: Vlastní zpracování

Následně jsem provedl grafické znázornění spotřeby času. V grafu je názorně vidět procentuální rozdělení spotřeby času dělníka.



Graf 4 - Procentuální vyjádření spotřeby času

Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí jednotlivých výpočtů jsem určil[2]:

Stupeň zaměstnanosti pracovníka:

$$U1 = \frac{T1 + T2}{T} \cdot 100 = \frac{435 + 30}{480} \cdot 100 = 98,13\% \quad (2.10)$$

Podíl podmíněně nutných přestávek:

$$U2 = \frac{T3}{T} \cdot 100 = \frac{0}{480} \cdot 100 = 0\% \quad (2.11)$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem:

$$U3 = \frac{T'2 - T2 + TD}{T} \cdot 100 = \frac{30 - 30 + 9}{480} \cdot 100 = 1,88\% \quad (2.12)$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko-organizačními ztrátami:

$$U4 = \frac{TE}{T} \cdot 100 = \frac{0}{480} \cdot 100 = 0\% \quad (2.13)$$

Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem:

$$U5 = \frac{T'2 - T2 + TD}{T - (T'2 - T2 + TD + TE)} \cdot 100 = \frac{30 - 30 + 9}{480 - (30 - 30 + 9 + 0)} \cdot 100 = 1,91\% \quad (2.14)$$

Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko-organizačními ztrátami:

$$U6 = \frac{TE}{T - (T'2 - T2 + TD + TE)} \cdot 100 = \frac{0}{480 - (30 - 30 + 9 + 0)} \cdot 100 = 0\% \quad (2.15)$$

Celkové procento možného zvýšení produktivity práce:

$$U7 = U5 + U6 = 1,91 + 0 = 1,91\% \quad (2.16)$$

Zhodnocení:

Z naměřených a vypočtených hodnot vyplývá, že jedinou ztrátou zaviněnou pracovníkem je pětiminutová osobní přestávka a čtyřminutový rozhovor se spolupracovníkem netýkající se výroby. Stupeň vytíženosti pracovníka je 98,13% z celkové pracovní doby. Takto vysokého procenta vytíženosti je dosaženo tím, že úklid a doplňování materiálu potřebného pro výrobu zajišťuje k tomu určený pracovník. Výrobní dělníci se tak starají pouze o výrobu hotových výrobků. Celkové procento možného zvýšení produktivity práce je 1,91%. Vypočtené a vyhodnocené výsledky se týkají pouze mnou provedeného snímku pracovního dne. V praxi nelze dosáhnout nulových technicko-organizačních ztrát. Technicko-organizační ztráty mohou být například způsobeny čekáním na potřebný materiál, poruchou náradí apod. Mnou vyhodnocený snímek pracovního dne měl dokázat, že vytíženost pracovníků montáže je opravdu vysoká a nedochází zde ke zbytečným ztrátám způsobených přípravou polotovarů, chystáním materiálu potřebného pro kompletaci či úklidu. Společnost toto vyřešila čtvrtým pracovníkem, který má na starost výše zmíněné činnosti.

3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY

Úkolem mé bakalářské práce bylo propočítat a navrhnout možnosti zvýšení počtu vyrobených kusů. V předchozí kapitole, jsem analyzoval současný stav výroby. Z analýzy vyplynulo, že linka mohla vyrobit za rok 304320 kusů polotovarů. Montážní pracoviště pro výrobu 113788 kusů hotových výrobků spotřebovaly 295772 kusů polotovarů. Z porovnání tedy vyplývá, že linka stačila vyrábět pro všechna pracoviště. Při rozšíření počtu pracovišť ze tří na čtyři by však při současné výrobnosti nestačila vyrábět. Je proto nezbytné udělat kapacitní propočty pro čtyři pracoviště, a následně navrhnout vhodná opatření, tak aby linka stačila vyrábět.

Dále jsem analyzoval a vytvořit přehled závad na poloautomatické lince za první čtvrtletí roku 2011. Údaje o závadách jsem získal z interních podkladů firmy. Obsluha linky zapisuje druh závady a čas prostoje jí způsobenou do připravených dokumentů. Spolu se závadami zaznamenávají pracovníci obsluhy i prostoje způsobené přetypy na jednotlivé druhy polotovarů. Pro vyhodnocení jsem zvolil Paretovu analýzu.

3.1 Propočet rozšíření montáže

Výpočtem bylo potřeba ověřit možné navýšení počtu vyrobených kusů a určit, o kolik by se musela zvýšit výrobnost linky, aby stačila vyrábět pro všechna čtyři pracoviště.

Výpočet pro montážní pracoviště:

Výpočet efektivního časového fondu pro čtyři pracoviště[3]:

$$F_{PE} = (F_N - C) \cdot h \cdot s \cdot g - Z = (253 - 15) \cdot 7,5 \cdot 3 \cdot 4 - 380 = 21040 \text{ (hod / rok)} \quad (3.1)$$

kde: Z – plánované prostoje pro tři pracoviště jsou celkem 285 hodin, pro čtyři pracoviště budou $(4/3) \times 285 = 380$ hodin za rok.

Výpočet možných vyrobených produktů za rok na čtyřech pracovištích[4]:

$$K = \frac{F_{PE} \cdot K_{PN} \cdot 60}{t_A} = \frac{21040 \cdot 1,04 \cdot 60}{8,65} = 151779,8 = 151779 \text{ (ks/rok)} \quad (3.2)$$

kde: K_{PN} – koeficient překračování norem (stanoven na 1,04)

Na čtyřech pracovištích by se tak dalo vyrobit 151779 kusů hotových výrobků.

Propočet potřebného počtu kusů dílů:

$$P_D = K \cdot k_D = 151779 \cdot 2,6 = 394625,4 = 394626 \text{ (ks/rok)} \quad (3.3)$$

kde: k_D – koeficient potřebných dílů - 2,6 (dílů/kus)
 P_D – celkový počet dílů (ks/rok)

Výpočet pro linku:

Možný počet polotovarů vyrobených za rok je 304320 kusů. Při rozšíření montážních pracovišť bude potřeba, aby linka vyrobila 394626 kusů polotovarů. Chybět tedy bude $394626 - 304320 = 90306$ dílů. Pro zvýšení počtu vyrobených kusů bude potřeba zavést na lince víkendový provoz. Nyní propočtu kolik kusů polotovarů je výrobní linka schopna vyrobit při nepřetržitém provozu.

Výpočet možného efektivního časového fondu linky při nepřetržitém provozu[3]:

$$F_{SE} = (F_K - B - C) \cdot h \cdot s - Z = (365 - 12 - 15) \cdot 7,5 \cdot 3 - 283 = 7322 \text{ (hod / rok)} \quad (3.4)$$

Při nepřetržitém provozu bude schopna linka vyrábět o víkendech o 2250 hodin více.

Počet možných vyrobených polotovarů při nepřetržitém provozu[4]:

$$K = \frac{F_{SE} \cdot 60}{t_A} = \frac{7322 \cdot 60}{1} = 439320 \text{ (ks)} \quad (3.5)$$

Při zavedení nepřetržitého provozu bude linka schopna vyrobit 439320 kusů výrobků za rok. Tento propočet je však pouze ideální, není v něm zahrnuto procento ztrát způsobených poruchami linky. Celkově je tedy na lince možné při bezporuchovém stavu vyrobit až 439320 kusů polotovarů za rok. Na čtyřech pracovištích bude potřeba pro výrobu 394626 kusů polotovarů za rok. Porovnáním můžu konstatovat, že linka při nepřetržitém provozu bude stačit vyrábět pro všechna pracoviště.

3.2 Vyhodnocení pomocí Paretovy analýzy[5]

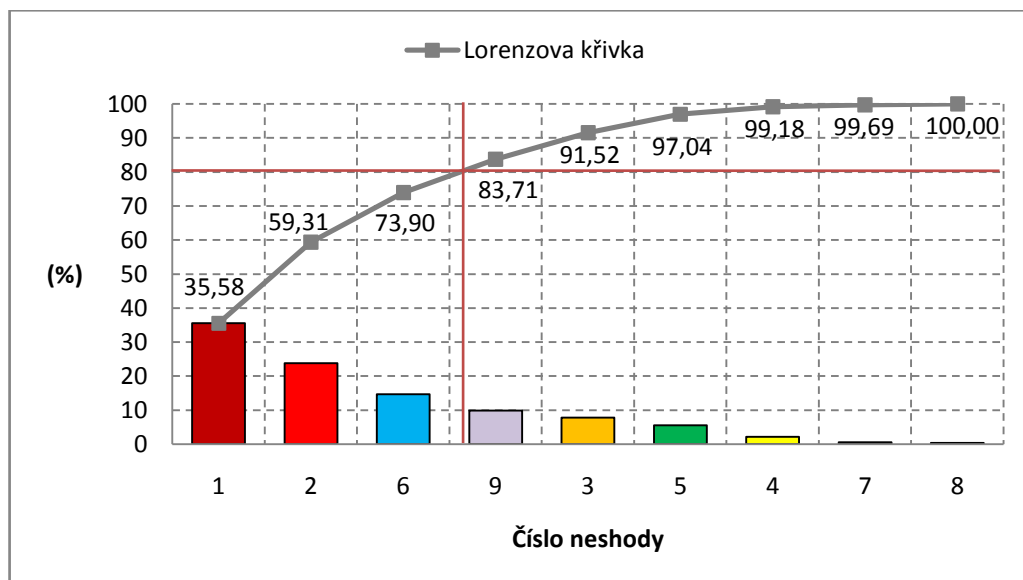
Na základě přehledu počtu neshod (viz Tabulka 6) jsem v následující tabulce seřadil neshody od největší po nejmenší četnosti. Tabulka je použita jako podklad pro Paretovu analýzu. Volím závislost 80/20, díky které budu schopen určit 20 % neshod, jež způsobují 80 % prostojů linky.

Tabulka 10 – Vstupní data pro Paretovu analýzu

Číslo neshody	Četnost neshody	Kumulovaná četnost	Kumulovaná četnost (%)	Relativní kumulovaná četnost (%)
1	1741	1741	35,58	35,58
2	1161	2902	23,73	59,31
6	714	3616	14,59	73,90
9	480	4096	9,81	83,71
3	382	4478	7,81	91,52
5	270	4748	5,52	97,04
4	105	4853	2,15	99,18
7	25	4878	0,51	99,69
8	15	4893	0,31	100,00

Zdroj: Zpracováno na základě interních podkladů[10]

Z grafu lze určit neshody, které způsobují největší procento prostojů. Při použití pravidla 80/20 a vyznačení 80% hranice do grafu lze zjistit, že největší procento neshod způsobují neshody týkající se první stanice a to až 35,58 %. Jako další je stanice č. 2, u které je procento neshod 23,73 %. Do hranice pravidla 20 % příčin zasahuje také stanice č. 6 s necelými 15-ti %. Částečně nám do této hranice zasahují i neshody označené jako ostatní.



Graf 5 - Paretův diagram

Zdroj: Vlastní zpracování dle[5]

Úkolem bylo vytvořit přehled četností neshod za první čtvrtletí roku 2011. Zjistil jsem, že nejvíce by se společnost měla zaměřit na první dvě a šestou stanici výrobní linky. Tyto stanice, jak vyplývá z grafu 6, způsobují až 80 % prostojů. Pokud by se podařilo je minimalizovat, dojde ke zvýšení efektivního časového fondu linky.

4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

4.1 Rozšíření výroby

V důsledku rozšíření výroby bude potřeba zavést nepřetržitý provoz poloautomatické linky. Toto opatření nepřináší žádný technický pokrok ani není podmíněno žádnou investicí. Náklady spočívají pouze ve mzdách zaměstnanců a nákladech za energii (elektrická energie, stlačený vzduch atd.). Výhodou tohoto řešení je okamžité zavedení se stejným počtem zaměstnanců. Nevýhodou pak je, že tuto variantu lze použít pouze krátkodobě a to z důvodu velkého množství přesčasových hodin pracovníků. Pro dlouhodobé zavedení bude potřeba přijmout další montážní pracovníky.

4.2 Návrh umístění pracoviště

Následující obrázek naznačuje možnosti umístění čtvrtého pracoviště. První z variant je umístěna blíže třem stávajícím pracovištím. Umístěna je do prostor mezikladu, který slouží pro vedlejší pracoviště. Druhá z variant je umístěna ve vedlejší hale č. 4. Umístění je zvoleno u vrat, která se již nevyužívají.

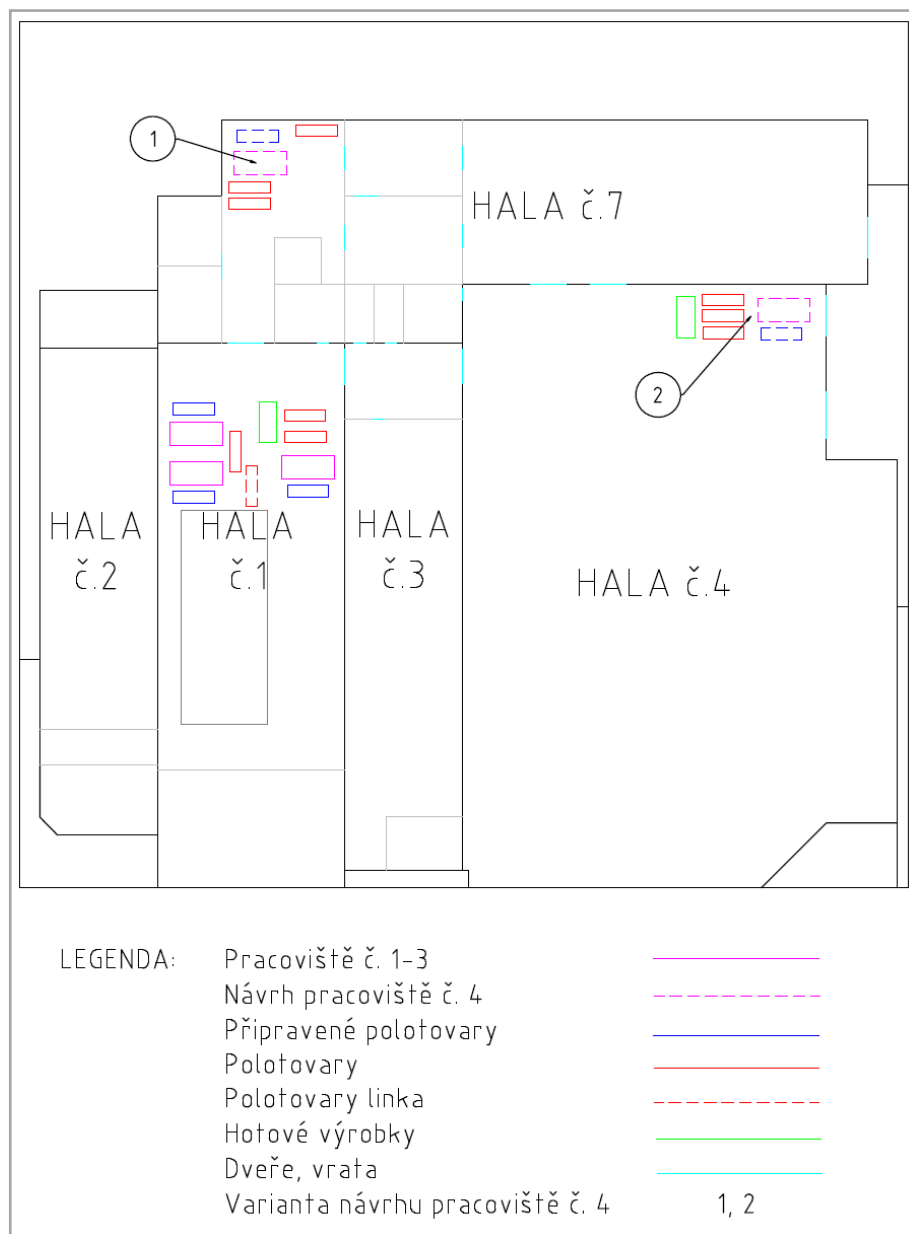
Varianta 1

Tato varianta má značnou výhodu v tom, že nevyžaduje žádné investice. V místech návrhu je přiveden stlačený vzduch, prostory jsou vytápěné a odvětrávané. Ostatní nářadí a pomůcky potřebné pro výrobu jsou ve firmě k dispozici. Mezi nevýhody patří rozměry pracoviště. Z důvodu zachování průchodnosti k ostatním pracovištím v hale č. 7 zde nebude možné umístit paletu na hotové výrobky, které se budou muset rovnou skladovat na paletu umístěnou u vedlejších stávajících pracovišť.

Varianta 2

Druhá z variant je umístěna v hale č. 4. Mezi její hlavní výhody patří rozměry pracoviště. Narozdíl od první varianty se zde může umístit i paleta pro hotové výrobky. Nevýhoda je, že varianta vyžaduje investice. Bude potřeba zavést rozvody stlačeného vzduchu. Pro dlouhodobé využívání pracoviště, zejména v zimních měsících, by bylo

potřeba dané místo oddělit od skladových prostor a zateplit. Provedení takovýchto úprav by vyžadovalo nemalou investici.



Obrázek 5 - Návrh umístění pracoviště

Zdroj: Vlastní zpracování

Vyhodnocení:

Navrhuji použití první varianty. Mezi hlavní důvody patří rychlé uvedení do provozu. Umístění blíže stávajícím pracovištím → přístupnost pro zaměstnance zajišťujícího materiál a obsluhu pracovišť. Dalším významným pozitivem je nulová investice.

ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR

Rozšířením počtu montážních pracovišť na čtyři lze při plnění výkonnostních norem na 104 % dosáhnout výrobní kapacity až 151779 kusů hotových výrobků za rok. Oproti třem pracovištím je to o 37991 kusů více. Pro tento způsob rozšíření výroby však bude nutné zavést nepřetržitý provoz na lince. Při stávajícím počtu pracovníků nebude možné tuto variantu řešit dlouhodobě. Pro dlouhodobé rozšíření výroby bude nutné přijmout nové zaměstnance, a to z důvodu velkého množství přesčasových hodin.

Z vyhodnocení prostojů na lince vyplývá, že za první čtvrtletí roku 2011 byl celkový počet prostojů na lince 142 hodin, z toho 81 hodin závad. Pokud se stav nezmění, celkové hodiny závad a prostojů na lince za rok 2011 budou až 568 hodin. Oproti roku 2010, kdy celkový počet ztrátových hodin činil 336, by došlo k značnému nárůstu. Následek by byl takový, že i při zavedení nepřetržitého provozu linky by nemusela být schopna vyrábět pro všechna pracoviště. Je proto nezbytné se danými poruchami a prostoji zabývat. Pomocí Peretovy analýzy jsou vybrány poruchy, které způsobují největší procento ztrátových časů. Společnost se samozřejmě musí zabývat všemi poruchami linky, ale díky Paretové analýze je určeno, na které by se měla zaměřit nejvíce.

SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ

Literatura

- [1] JUROVÁ, M. *Řízení výroby I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 138 s. ISBN 80-214-3134-2.
- [2] NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. 1.vyd. Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
- [3] ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení: Cvičení II*. 1. vyd. Ostrava, 2006. 85 s. ISBN 80-248-0962-1.
- [4] ŠINDLEROVÁ, V. *Projektování výrobních procesů - Návodů do cvičení předmětu „Projektování výrobních procesů“ pro týmovou práci* 1. vyd. Ostrava: VŠB-TUO, 2011. 58 s

Internetové zdroje

- [5] *Paretova analýza* [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupné z: <<http://www.vlastnicesta.cz/akademie/kvalita-system-kvality/kvalita-system-kvality-metody/paretova-analyza/>>.
- [6] *Racionalizace* [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupné z: <http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=78982&s_lang=2&title=racionalizace>.
- [7] *Racionalizace práce* [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupné z: <http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=78983&s_lang=2&title=racionalizace%20pr%C499ce>.
- [8] *Racionalizace výroby* [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupné z: <http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=78984&s_lang=2&title=racionalizace%20v%20v%C499roby>.
- [9] *Výpis z obchodního rejstříku*. [online]. [cit. 2011-05-19]. Dostupné z: <<http://www.justice.cz/xqw/xervlet/insl/report?sysinf.vypis.CEK=185162&sysinf.vypis.rozsah=aktualni&sysinf.@typ=transformace&sysinf.@strana=report&sysinf.vypis.typ=XHTML&sysinf.vypis.klic=18391caeff88d87af873fd2e84de070&sysinf.spis.@oddil=C&sysinf.spis.@vlozka=14528&sysinf.spis.@soud=Krajsk%C499m%20soudem%20v%20Ostrav%C499EC&sysinf.platnost=19.05.2011>>.

Interní materiály

- [10] Interní podklady společnosti

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1 - Trychtýřovitý model průběhu materiálového toku.....	12
Obrázek 2 - Opatření ke sladění kapacit	15
Obrázek 3 – Ukázka certifikátu výrobku	20
Obrázek 4 - Plán areálu společnosti	21
Obrázek 5 - Návrh umístění pracoviště.....	39

Tabulky

Tabulka 1 - Jednotlivé typy vyráběných produktů řady A1	19
Tabulka 2 - Jednotlivé typy vyráběných produktů B1	19
Tabulka 3 - Přehled počtu vyrobených produktů A v letech 2005 - 2010 [ks].....	22
Tabulka 4 - Porovnání počtu vyrobených produktů A a B	23
Tabulka 5 - Přehled počtu vyrobených typů a k nim potřebných kusů dílů.....	27
Tabulka 6 - Přehled jednotlivých neshod	28
Tabulka 7 - Přehled a celkové časy přetypů.....	29
Tabulka 8 - Vyhodnocení snímku pracovního dne	30
Tabulka 9 - Snímek pracovního dne	31
Tabulka 10 – Vstupní data pro Paretovu analýzu	36

Grafy

Graf 1 - Přehled počtu vyrobených produktů A za roky 2005 - 2010 [ks]	23
Graf 2 - Porovnání počtu vyrobených produktů A a B	24
Graf 3 - Vyjádření podílu na zisku jednotlivých produktů	24
Graf 4 - Procentuální vyjádření spotřeby času	32
Graf 5 - Paretův diagram.....	37

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A - Organizační struktura společnosti

Příloha B – Přehled závad a prostoje za první čtvrtletí roku 2011

Příloha C - Přehled přetypů na lince za první čtvrtletí roku 2011